

檩条形式：目前可计算的檩条截面形式包括简支的冷弯薄壁型钢C形、Z形（斜卷边和直卷边）、双C形口对口组合、双C形背对背组合、高频焊接H型钢、国标宽窄翼缘H型钢、普通槽钢、轻型槽钢、薄壁矩形钢管、之型钢和波浪腹板H型钢。截面名称可由列表框中选取，当截面形式为冷弯薄壁型钢时，如果列表框中没有需要的截面，可以点取“檩条库...”按钮，自定义增加或修改截面；

程序优选截面：通过点取“程序优选截面”，能够由程序自动选择最经济并且满足规范要求的檩条截面，目前是不勾选“生成详细计算书”时才可以选择，否则为灰显。

截面名称：即当前选用的檩条截面的名称；

钢材型号：檩条钢材可以是Q235、Q345、Q355等钢号；

屋面材料：目前可供选择的屋面材料有压型钢板、钢骨彭石板和有吊顶，该参数主要是影响檩条的挠跨比限值；

屋面倾角：是指屋面或斜梁与水平面的夹角，用户计算檩条面内面外的内力；

檩条间距：是指檩条的间距，用于导算檩条荷载和有效风荷载面积；

檩条跨度：是指檩条的跨度，主要用于计算檩条内力；

悬挑长度：勾选后可以设置檩条的悬挑长度，这里的是单侧悬挑；如果檩条存在悬挑时，悬挑长度不大时，跨中和支座的弯矩都会比简支时小，计算所需的截面也会减小，可以起到减少用钢量的目的。

屋面荷载：输入屋面各类荷载的标准值，其中屋面自重是指纯屋面的自重不包含檩条自重，檩条自重由程序根据所选的截面自动计算、无需在此输入；

屋面板能阻止檩条上翼缘侧向失稳：勾选了“屋面板能阻止檩条上翼缘侧向失稳”这个选项之后，程序不会进行檩条上翼缘受压时的整体稳定验算。根据《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018-2002（以下简称薄钢规）中的要求：只有屋面板材与檩条有牢固的连接，即用自攻螺钉、螺栓、拉铆钉和射钉等与檩条牢固连接，且屋面板材有足够的刚度（例如压型钢板），才可认为能阻止檩条侧向失稳和扭转，可不验算其稳定性。此时可以勾选“屋面板能阻止檩条上翼缘侧向失稳”选项，不验算该稳定应力。

构造保证下翼缘风吸力作用稳定性：檩条在风吸力作用下处于下翼缘受压的状态，此时需要进行风吸力组合下的稳定。

应按照薄钢规进行验算，而在勾选了“构造保证下翼缘风吸力作用稳定性”后，程序将不再验算风吸力作用下的稳定应力。根据门式刚架规范中的9.1.5-3条“当受压下翼缘有内衬板约束且能防止檩条扭转时，整体稳定性可不计算”，也就是说在檩条下翼缘位置布置有内衬板，且内衬板与檩条之间是可靠连接时，可以考虑此项。

同时有人提出当设置下层拉条，且拉力位于距离下翼缘 $1/3$ 腹板高度范围内时，也可以认为构造保证下翼缘稳定，事实是不是这样的呢？笔者认为设置下层拉条后不能保证下翼缘的稳定就不用计算了，此时下翼缘稳定仍然需要进行验算，门式刚架规范中对于内衬板对于檩条下翼缘的约束已经做出了解释，在9.1.5条条文中说明中提到“当有内衬板固定在檩条下翼缘时，相当于有密集的小拉条在侧向约束下翼缘，故无需考虑整体稳定性”。考虑到拉条对于檩条的约束只是在拉条拉结位置的点约束，而拉条又不能布置很密集，一般的拉条间距大约为 $2\text{m}\sim 3\text{m}$ ，还远达不到密集的程度，因此下层拉条对下翼缘的约束还达不到不需要验算稳定的条件。

考虑冷弯效应：檩条全截面有效时，可采用按规范《薄壁规范》GB50018附录C的公式附C.0.1-1算得的考虑冷弯效应的强度设计值。当檩条截面不是全截面有效时则用正常的设计值。

拉条设置：可以选择不设拉条或设置最多四道拉条，拉条的存在能减小檩条的面外计算长度，设置拉条作用后程序根据拉条设置的道数和檩条跨度确定出拉条间距，按照此间距确定拉条约束位置，即檩条上下翼缘稳定验算时的檩条面外计算长度，进而影响对应位置的檩条稳定验算结果；

拉条作用：程序提供的拉条作用有约束檩条上翼缘，约束檩条下翼缘，约束檩条上、下翼缘；拉条作为檩条的侧向支撑点，主要限制檩条的扭转和侧向变形，对于拉结在距离上翼缘 $1/3$ 腹板高度范围内时，可以认为其作为上翼缘扭转变形的支撑点，此时拉条作用为约束檩条上翼缘，同理对于拉结在距离下翼缘 $1/3$ 腹板高度范围内时，可以认为其作为下翼缘扭转变形的支撑点，此时拉条作用为约束檩条下翼缘，当设置双层拉条，其上下两层各分布于距离上下翼缘各 $1/3$ 腹板高度范围内时，拉条的作用为约束上下翼缘。

验算规范：对于冷弯薄壁型钢檩条，可以选择按门式刚架规程或冷弯薄壁型钢规范进行验算。选择门规验算时，按照门规（GB 51022-2015）计算。当为高频焊H型钢或热轧型钢截面时，可以选择钢结构设计标准或门式刚架规程进行校核。选择不同的规范，验算方法有所不同，计算结果的变形控制也不一样。薄壁规范和门刚规范的差异主要有以下四点：

- 1) 门式刚架规范9.1.4条对于实腹式卷边檩条的宽厚比不大于13，卷边宽度与翼缘宽度之比不宜小于0.25，不宜大于0.326进行控制。这一条薄钢规是没有要求的。
- 2) 门式刚架规范9.1.5-1条规定还要根据公式9.2.5-2验算薄壁截面的腹板剪应力，而薄壁型钢规范没有相关要求。
- 3) 门式刚架规范9.1.5-1条还规定在验算檩条强度时，采用平行轴有效截面模量进行验算，而薄钢规规范规定强度和稳定验算始终采用主轴截面模量进行验算。虽然主轴有效截面模量比平行轴有效截面模量要大，但是对于檩条强度等

计算，门式刚架规范按照单向受弯构件或单向压弯、拉弯构件计算其强度和稳定，薄钢规则会按照双向受弯、拉弯或压弯验算其强度和稳定，所以在水平向存在弯矩的情况下，薄钢规的计算结果很可能要比门刚规范的计算结果大。

4) 门式刚架规范中对于压型钢板屋面的檩条挠度按照1/150控制，薄钢规对于压型钢板屋面的檩条按照1/200控制。

轴力设计值：考虑到檩条有时候会兼做屋面的刚性系杆，程序在按照常规檩条的按照受弯构件计算强度和稳定的同时，如果按受弯构件计算的强度和稳定应力都满足要求的情况下，程序就根据压弯构件的计算公式，反算出檩条还能够承担的最大轴力值，予以输出。当输入轴力设计值 (>0)，程序自动认为所计算檩条为刚性檩条，按压弯构件进行计算，计算书中将详细给出压弯构件验算项目。不论是否输入轴力设计值，在计算结果最后，程序都会输出在当前屋面荷载作用下，檩条所能承担的最大轴力设计值。

风荷载信息：输入风荷载信息时，程序可以根据屋面形式、建筑形式、分区，自动按规范给出风荷载系数，用户也可以修改或直接输入该系数；其中风压调整系数指门刚规范4.2.1公式中的系数 β ，风吸力、风压力荷载系数取值详见门刚规范表4.2.2-4a至表4.2.2-7b

生成详细计算书：目前仅Z形檩条（斜卷边）、C形檩条和Z形檩条（直卷边）支持生成详细计算书。

2 连续檩条

点取“屋面檩条”中的“连续檩条”菜单，出现连续檩条计算数据输入对话框（见下图）。



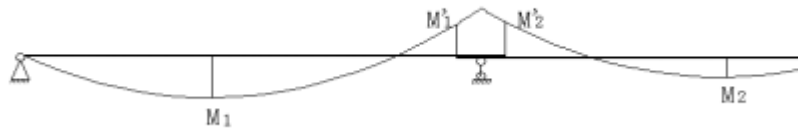
连续跨形式：有对称多跨和不对称多跨，当选择不对称多跨时下方的不对称跨信息设置亮起以供进行相关参数设置；

连续檩条跨数：可以选择的跨数有2~5跨，当超过5跨的时候，可以近似按5跨计算；考虑到斜卷边Z形容易嵌套做成连续形式，而且运输方便，通常实际中也都是主要选用斜卷边Z形搭接形成连续檩条，该工具计算提供了斜卷边Z形截面形式、C型截面形式、C型背对背组合截面形式及高频焊接H型截面形式的连续檩条的计算。C型截面形式常用于不搭接2~3跨一连续的情况，这时搭接长度输0即可。没有搭接的情况下，支座位置按单根檩条考虑，后面的刚度折减、弯矩调幅参数自动失效。

钢材型号、屋面材料、屋面倾角、净截面系数、拉条设置、拉条作用、结果输出文件、数据存储文件等信息详见“简支檩条”的相关介绍；

边跨檩条间距减小一半：由于山墙榀刚架一般要设置抗风柱、有的还要设置墙架柱，造成边榀的竖向刚度较相邻中间榀大很多，在竖向荷载作用下，山墙榀与相邻中间榀之间的竖向变形差较大，可能会引起屋面板局部变形，甚至塌陷，引发漏水等情况，因此有部分钢结构厂家习惯在檩条边跨时减小檩条间距，以此增强边榀与中间榀的连接，减小竖向变形差异，同时一定程度的增大了屋面刚度。减小一半是指在边跨增加简支檩条，增加简支檩条后，边跨檩条的导荷面积将减少一半，进而影响强度和稳定应力的计算结果；

搭接长度的选取：根据国内有关资料（如《轻钢结构中Z型连续檩条设计问题的探讨》陈友泉 《建筑结构》2003.7）研究表明，为了保证连续性条件，搭接长度不宜小于跨长10%，在满足连续性条件下，可以根据弯矩分布情况加以考虑调整搭接长度，根据端跨和中间跨的弯矩分布情况不同分别考虑，以搭接端弯矩不大于跨中弯矩为条件来确定搭接长度，如下图中 $M_1' \leq M_1$ ， $M_2' \leq M_2$ ，使单檩强度仅由跨中控制，支座位置考虑双檩强度，一般不起控制作用。这样可使截面设计最为经济。



程序在验算时，对于跨中根据拉条的设置情况，分多个单元，每个单元又划分13个断面，对所有断面（包括 M_1' 和 M_2' 位置单檩截面），都进行了强度验算，自动搜索强度起控制作用的截面位置，并在计算结果中给出跨中单檩强度验算控制截面是在跨中还是在支座截面搭接变化处（如上图的 M_1' 和 M_2' 位置）。对于支座双檩位置，程序按双檩强度考虑，进行了强度验算，但一般支座双檩位置强度不起到控制作用。

程序优选搭接长度：当选择了改选项时，搭接长度输入项自动变灰，这时就不用再人工输入搭接长度，程序会自动根据上述原则优选来确定搭接长度，并在结果文件中给出程序优选最终采用的搭接长度结果。优选搭接长度的结果首先满足连续性条件（10%跨长）的前提下，再根据弯矩分布情况，调整搭接长度，使檩条截面强度由跨中控制。

截面信息：当选择对称多跨时，程序支持的截面类型有斜卷边Z形檩条、卷边C形檩条、卷边槽钢背对背组合及高频焊接H型钢；当选择不对称多跨时仅支持斜卷边Z形檩条和卷边C形檩条；根据连续檩条弯矩的分布情况，在边跨与跨中相同跨度的情况下，通常边跨弯矩较中间跨大，选择截面时，可以选择边跨与中间跨相同的截面尺寸，但边跨截面厚度比中间跨截面稍厚，如中间跨选择Z160×60×2.0，边跨可选择Z160×60×2.2。

程序优选截面：当选择了该项时，截面输入项自动变灰，这时就不用再人工输入边、中跨截面，程序会自动从檩条库中选择满足验算条件的最小截面。为了使优选出的截面更经济、更符合设计人员的常规截面选择，在进行优选前，用

户可以先行对檩条库进行维护，把经常用到的檩条库中没有的截面，人工定义增加进去；把不可能用到的，从檩条库中删除，这样程序在自动选择截面的时候，会仅从当前的截面库中选取。

不对称跨信息设置：当选择连续跨形式为“不对称多跨”时，可以点取该项，为每跨单独设置跨度、拉条、搭接、风载等信息（如下图）。

不对称多跨连续檩条设置

当前跨选择：第 1 跨

当前跨几何信息

跨度L1 (m): 6.00

拉条设置数: 1-设一道

拉条设置位置 (0表示均分, m)

0

搭接长度A1 (m): 0.30

搭接长度B1 (m): 0.30
(注: 搭接长度“0”表示不搭接)

自动计算风载体型系数

屋面形式: 1-双坡屋面

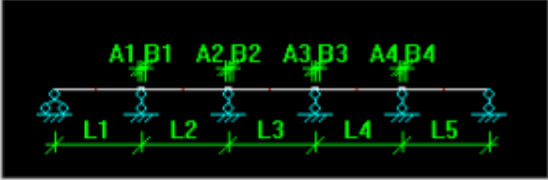
建筑形式: 1-封闭式

当前跨风载信息

分区: 1-中间区

风吸力荷载系数(负) -1.08

风压力荷载系数(正) 0.38



指定本跨截面 XZ140X150X20X2.0

补充输入附加荷载

补充输入荷载 (不含屋面均布荷载)

恒载 同时输入所有跨

序号	荷载类型	P	X

输入 修改 删除

当前跨轴力设计值(kN): 0.00

确定

荷载作用与分析参数输入页面如下：

The screenshot shows the 'Continuous Purlin Design Tool' (连续檩条设计工具) software interface. The main window is titled '连续檩条设计工具' and has a close button (X) in the top right corner. The interface is divided into several sections:

- 分析参数 (Analysis Parameters):**
 - Roof panel can prevent lateral buckling of the purlin wing edge under pressure (屋面面板能阻止檩条上翼缘受压侧向失稳):
 - Structural guarantee of wind suction stability of the purlin wing edge (构造保证风吸力下翼缘受压稳定性):
 - Consider unfavorable arrangement of live load (考虑活荷最不利布置):
 - Program automatically calculates purlin section self-weight (程序自动计算檩条截面自重):
 - Consider cold bending effect (考虑冷弯效应):
 - Design Code (验算规范): 门式刚架规范GB51022-2015
 - Reduction coefficient for connection rigidity of double purlin at support (支座双檩条考虑连接刚度折减系数): 0.5
 - Adjustment coefficient for connection bending moment of double purlin at support (支座双檩条考虑连接弯矩调幅系数): 0.9
 - Execute 'Unified Standard for Reliability Design of Building Structures' (GB50068-2018) (执行《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)):
- 屋面作用荷载(标准值) (Roof Action Load (Standard Value)):**
 - Roof self-weight (excluding purlin self-weight) (kN/m²): 0.3
 - Accumulated load (kN/m²): 0
 - Basic wind pressure (kN/m²): 0.5
 - Wind pressure adjustment coefficient: 1.5
 - Wind pressure height change coefficient: 1
 - Building form: 1-封闭式
 - Roof live load (kN/m²): 0.5
 - Snow load (kN/m²): 0.3
 - Construction load (kN): 1
 - Design value of edge purlin axial force (kN): 0
 - Design value of intermediate purlin axial force (kN): 0
 - Roof form: 1-双坡屋面
- 边跨檩条风荷载 (Edge Purlin Wind Load):**
 - Zone: 1-中间区
 - Wind suction load coefficient (negative): -1.08
 - Wind pressure load coefficient (positive): 0.38
- 中间跨檩条风荷载 (Intermediate Purlin Wind Load):**
 - Zone: 1-中间区
 - Wind suction load coefficient (negative): -1.08
 - Wind pressure load coefficient (positive): 0.38

At the bottom of the window, there are three buttons: '计算' (Calculate), '取消' (Cancel), and '读取原有数据' (Load Existing Data).

屋面板能阻止檩条上翼缘受压侧向失稳、构造保证风吸力下翼缘受压稳定性、考虑冷弯效应等参数同简支檩条，这里不再赘述。

考虑活荷最不利布置：程序考虑的活荷不利布置方式为完全活荷的最不利布置，该项的选取对内力及挠度计算结果影响较大，在无充分根据的前提下，通常都应该考虑；

程序自动计算檩条截面自重：该参数默认勾选，如不勾选则需在屋面自重中手动加上；

验算规范与方法：可以选择的验算规范有《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018-2002)与《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(GB 51022-2015)。当选择不同的验算规范或方法时，与对应验算方法无关的参数，程序自动变灰，不用再输入。

支座双檩条考虑连接刚度折减系数：该参数主要用于内力分析时，支座双檩位置的双檩刚度贡献，考虑到冷弯薄壁型钢檩条的特殊连接方式，不同于常规的栓焊固接连接，对双檩叠合部位考虑连接对双檩刚度应进行折减，有关资料建议可按单倍刚度计算（即该参数可以选取0.5）。该项对内力分析结果有一定的影响，折减的越多，支座部位负弯矩相应越小，跨中弯矩相应会有所增大

支座双檩条考虑连接弯矩调幅系数：考虑到支座搭接区域有一定的搭接嵌套松动从而导致支座弯矩释放，因此需要对支座弯矩进行调幅，有关资料建议可以考虑释放支座弯矩的10%（即调幅系数0.9）。当考虑支座弯矩调幅时，程序对

跨中弯矩将相应调整。

风荷载取值：当采用门规GB 51022-2015选取风荷载时，风荷载系数，程序默认根据边、中跨檩条的受荷面积、建筑形式、分区、屋面形式等信息按门规GB 51022-2015确定，用户也可以手工直接修改该荷载系数。

3 桁架式檩条

点击“屋面檩条”中的“桁架式檩条”按钮，出现“桁架式檩条设计”对话框。对话框中的需要用户输入以下几个类型的数据“设计数据”、“材料参数”、“几何参数”、“屋面荷载”和“风荷载”等参数。

桁架式檩条设计

计算数据文件: HJLT 屋面板能阻止檩条上弦侧向失稳
 构造保证下弦风吸力作用稳定性
 考虑冷桥效应
 执行《建筑结构可靠性设计统一标准》(GB50068-2018)

选择已有檩条数据

屋面材料: 1-压型钢板
 屋面倾角(度): 5.711
 檩条间距(m): 1.5
 檩条跨度(m): 6
 上、下弦侧向支撑: 1-设一遍
 验算规范: 门规GB51022-2015
 轴力设计值(kN): 0
 净截面系数: 1

桁架基本信息

上弦节点长度(mm): 600 上下弦杆中心距离(mm): 600 檩条库...

上弦形式: 1-2形檩条(斜卷边) 檩杆形式: 1-2形檩条(斜卷边) 下弦形式: 1-2形檩条(斜卷边)
 上弦截面名称: XZ140250X2032.0 檩杆截面名称: XZ140250X2032.C 下弦截面名称: XZ140250X2032.0
 上弦杆号: Q235 檩杆杆号: Q235 下弦杆号: Q235
 d(mm): 0 d(mm): 0 d(mm): 0

屋面荷载(标准值)

屋面自重(不含檩条自重)(kN/m²): 0.3
 屋面活载(kN/m²): 0.5
 雪荷载(kN/m²): 0.3
 积灰荷载(kN/m²): 0
 施工荷载(作用在跨中)(kN): 1

风荷载

屋面形式: 1-双坡屋面
 建筑形式: 1-封闭式 分区: 1-中间区
 基本风压值(kN/m²): 0.4
 风压调整系数: 1.5
 风压高度变化系数: 1
 风吸力荷载系数(负值): -1.08
 风压力荷载系数(正值): 0.38

说明: 一个节点只包含一个斜檩杆。

计算>> 取消

以上参数的输入和含义同简支檩条，这里不再赘述。